

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

К.А. Маслов

Научный руководитель доцент О.С. Токарева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Для эффективного принятия мер по профилактике причин и ликвидации последствий негативных изменений в состоянии лесных ресурсов требуется оперативное обновление информации об объектах мониторинга, для чего необходима информационная система, основанная, в частности, на использовании данных дистанционного (аэрокосмического) наблюдения [1].

Разработана система мониторинга, которая в совокупности с внешними архивами данных космической съемки и программными интерфейсами для доступа к этим данным образует единый программный комплекс. На рис. 1 приведена концептуальная структура программного комплекса, где стрелками обозначены отношения зависимости между составляющими его компонентами. Соответственно, компоненты, изображенные справа от пунктирной линии, разработке не подлежат. Система мониторинга обращается к сторонним программным интерфейсам для доступа к данным из внешних архивов, осуществляет их поиск, загрузку и обработку, сохраняя использованные исходные данные и полученные результаты в локальном хранилище (на постоянном запоминающем устройстве).

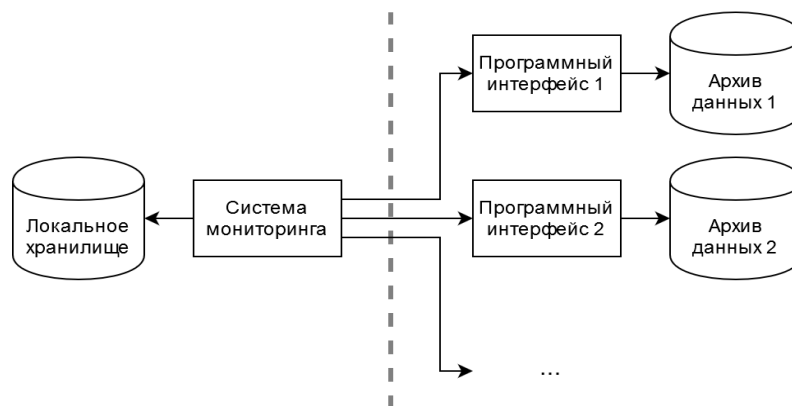


Рис. 1 Концептуальная структура программного комплекса

Система мониторинга предоставляет функционал управления процессом обработки данных дистанционного зондирования Земли через механизм сценариев. Сценарий – набор инструкций, реализующий поведенческий шаблон «цепочка обязанностей» (chain of responsibility) [4] и определяющий последовательность преобразований над данными из внешних архивов. На рис. 2 представлена схема сценария, реализованного в рамках разработанной системы, для мониторинга участков растительного покрова, приведенные блоки могут быть использованы при конструировании других сценариев мониторинга. Реализованный сценарий последовательно выполняет следующий набор операций: 1) расчет маски открытой территории; 2) расчет маски облачности; 3) расчет вегетационного индекса NDVI, количественного показателя фотосинтетической активности [5]; 4) расчет индекса NDWI, отражающего содержание влаги в растениях [5]; 5) расчет зональной статистики (средних значений вегетационных индексов и доли облачности) в границах исследуемых полигонов; 6) сохранение собранной зональной статистики в файл расширения csv. Если сцена оказалась безоблачной в границах всех исследуемых полигонов, то сценарий выполняется далее и 7) сохраняет зональную статистику в отдельный csv-файл; 8) производит расчет индекса dNDVI как разность значений NDVI для двух разновременных снимков и 9) расчет индекса dNDWI аналогичным образом.

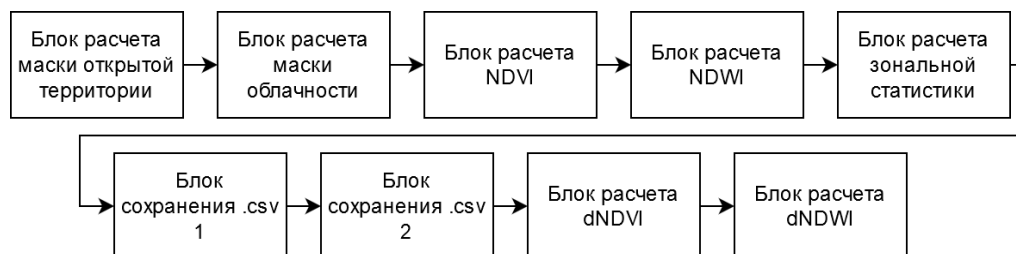


Рис. 2 Схема реализованного сценария для мониторинга растительного покрова

Полученные в ходе выполнения сценария растровые изображения могут быть открыты в геоинформационной системе или другом прикладном программном обеспечении для проведения более детального анализа, а csv-файлы – в программных инструментах для работы с электронными таблицами, например, в Microsoft Excel, визуализации полученных данных в виде графиков и т.д.

Разработанный сценарий был протестирован на задаче мониторинга припоселковых кедровников Томской области, подробное описание которых приведено в [2]. В качестве данных дистанционного зондирования Земли были использованы космические снимки из архива USGS, полученные со спутника Landsat 8 в периоды вегетации с 2013 г. по 2019 г., уровня обработки L2, предоставляющего данные в значениях спектральных коэффициентов отражения поверхности наблюдаемой территории (с учетом атмосферной коррекции). Доступ к архиву USGS осуществлялся с использованием публичных программных интерфейсов EarthExplorer API и ESPA API.

С использованием данных, полученных в результате работы сценария, были построены графики, отражающие средние значения вегетационных индексов NDVI и NDWI для рассматриваемых припоселковых кедровников в безоблачных условиях в близкие даты съемки (14.07.2013, 22.07.2016 и 12.07.2018). Анализ данных показал, что территория Лучаново-Ипатьевского кедровника характеризуется монотонно убывающей динамикой значений вегетационных индексов, не наблюдаемой у других припоселковых кедровников. Более детальный анализ карт разностных вегетационных индексов dNDVI и dNDWI (рис. 3), построенных в ходе выполнения сценария разработанной системы по снимкам с датами съемки 14.07.2013, 22.07.2016, 26.08.2017, 12.07.2018 и 13.06.2019, выявил две области поражения лесного покрова (обозначены оттенками красного цвета) в границах Лучаново-Ипатьевского кедровника за период с 2016 г. по 2017 г. общей площадью в 54,18 га и их дальнейшее увеличение в период с 2018 г. до общей площади в 67,32 га.

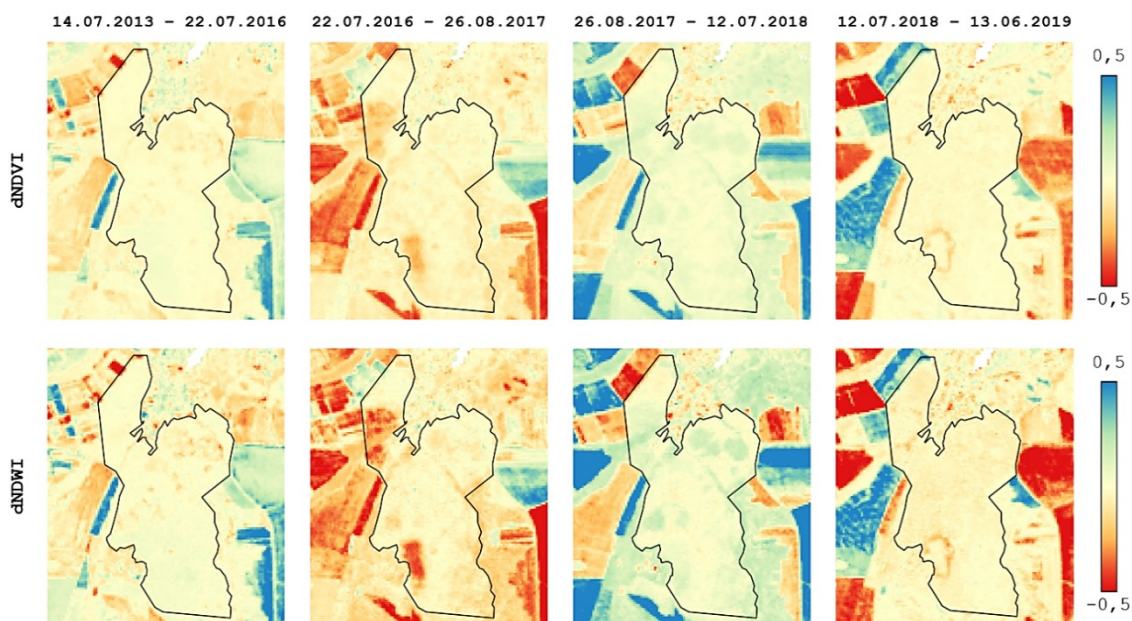


Рис. 3 Карты разностных вегетационных индексов для Лучаново-Ипатьевского кедровника (границы кедровника обозначены черной линией)

Результаты наземных исследований [3] и дополнительный анализ данных высокого разрешения показали, что повреждения в период с 2016 г. по 2017 г. связаны с негативным воздействием гусениц сибирского шелкопряда, а повреждения после 2018 г. с атакой на ослабленные шелкопрядом деревья союзным короедом.

Литература

1. Копылов В. Н. Система мониторинга состояния лесных ресурсов региона на основе геоинформационных технологий, наземных и спутниковых данных [Текст] / Копылов В. Н., Кочергин Г. А., Маслов И. А., Полищук В. Ю., Полищук Ю. М., Хамедов В. А. // Вестник Югорского государственного университета. – 2009. – № 3 (14). – С. 52 – 57.
2. Новый вселенец в леса сибиря [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.imces.tsc.ru/index.php?rm=news&action=viewNews&cat_id=372&id=983 (дата обращения: 10.02.2020)
3. Пасько О. А. Оценка состояния припоселковых кедровников Томской области с использованием данных дистанционного зондирования Земли [Текст] / Пасько О. А., Токарева О. С., Алшаиби А., Черникова Т. Ю., Кабраль П. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 1. – С. 98 – 109.
4. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software [Text] / Gamma E., Helm R., Johnson R., Booch G. – Publisher: Addison-Wesley Professional. – 1994. – pp. 223 – 233.
5. Gowri L.. Evaluation of Various Vegetation Indices for Multispectral Satellite Images [Text] / Gowri L., Manjula K. R. // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 2019. – Vol. 8. – No. 10. – pp. 3494 – 3500.